

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



**EFFECTO DEL SUMINISTRO DE NUTRIENTES EN LA PRODUCCIÓN
DE FORRAJE HIDROPÓNICO DE CEBADA (*Hordeum vulgare*) Y
SU UTILIZACIÓN EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES (*Cavia
porcellus*) EN CRECIMIENTO - ENGORDE**

TESIS para optar el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

CELITO INNER MIRANDA ALCÁNTARA

TRUJILLO, PERÚ

2014

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente jurado:

Med Vet. Mg. César Leopoldo Lombardi Pérez
PRESIDENTE

Ing. Zoot. Mg. Mario Attilio Narro Saldaña
SECRETARIO

Ing. Zoot. Augusto Napoleón Briones Velásquez
VOCAL

Ing. Zoot. Dr. Wilson Lino Castillo Soto.
ASESOR

DEDICATORIA

A mis queridos padres,
Alcides Miranda y Rosa Alcántara,
con amor y cariño por el sacrificio
constante para poder culminar mis
estudios universitarios.

A mis queridos hermanos
Nilton, Judith, Yanet, Manuel,
Alcides y a mi primo Leocadio
por su gran apoyo y por
depositar su confianza en mí
y así sea posible culminar mis
estudios universitarios.

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Wilson Castillo Soto, Profesor y Director de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Privada Antenor Orrego, por su valiosa orientación como Asesor del presente trabajo.

Al Mg. César Lombardi Pérez, Profesor y Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Privada Antenor Orrego, por su valiosa orientación y apoyo para desarrollar el presente trabajo.

A los Profesores de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Privada Antenor Orrego, por sus enseñanzas.

A mi cuñada Ysabel Mariños y mis queridos sobrinos Carlos y Beatriz, por apoyarme siempre y alentarme para seguir adelante día a día.

A los alumnos y amigos Roxana Chávez, Antony Angulo, Antonio Castro, Eder García y Brian Shimabukuro, por su valiosa colaboración en la ejecución de mi proyecto de tesis.

A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron para la culminación de mis estudios universitarios.

INDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	01
II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	04
2.1 Crianza de cuyes: crecimiento y engorde.....	04
2.2 Forraje hidropónico.....	06
2.3 Utilización del forraje hidropónico en la alimentación animal..	08
2.4 Análisis químico de las partes del forraje hidropónico de cebada.....	08
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
3.1 Lugar de realización de la investigación.....	10
3.2 Proceso de producción del forraje hidropónico.....	10
3.3 Evaluación del forraje en el crecimiento y engorde de cuyes.	14
IV. RESULTADOS.....	19
4.1 Evaluación del forraje hidropónico de cebada.....	19
4.2 Evaluación del forraje en el crecimiento y engorde de cuyes.	21
4.3 Evaluación económica de la crianza de cuyes.....	27
V. DISCUSIÓN.....	28
5.1 Evaluación del forraje hidropónico de cebada.....	28
5.2 Evaluación del forraje en el crecimiento y engorde de cuyes..	29
5.3 Evaluación económica de la crianza de cuyes.....	30
VI. CONCLUSIONES.....	32
VII. RECOMENDACIONES.....	33
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	34
IX. ANEXOS.....	37

INDICE DE CUADROS

Cuadro N°:	Página
1. Requerimientos de nutrientes del cuy mejorado explotados en regímenes intensivos.....	05
2. Composición nutricional del forraje hidropónico de cebada.....	09
3. Concentración de los nutrientes en la solución nutritiva.....	12
4. Composición de las soluciones nutritivas y micronutrientes.....	13
5. Composición porcentual y nutricional del alimento concentrado ofrecido a los cuyes durante el experimento	15
6. Promedios de concentración de materia seca (MS), proteína bruta (PB), producción de forraje verde (FV), forraje seco (FS) y producción de PB del forraje hidropónico de cebada.....	18
7. Promedios de ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de alimento (CDA) y conversión alimenticia (CA) de cuyes alimentados con forraje hidropónico en la primera fase.....	19
8. Promedios de ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de alimento (CDA) y conversión alimenticia (CA) de cuyes alimentados con forraje hidropónico en la segunda fase.....	22
9. Promedios de ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de alimento (CDA) y conversión alimenticia (CA) de cuyes alimentados con forraje hidropónico de cebada durante el periodo total de evaluación.....	23
10. Beneficio neto por animal según el tratamiento.....	25
	27

INDICE DE FIGURAS

Figura N°:	Página
1. Comportamiento de MS y PB en función de la adición o no de nutrientes en el cultivo del forraje hidropónico de cebada.....	20
2. Comportamiento de la producción de (PB g/m ²) en cada tratamiento.....	21
3. Comportamiento de las ganancias diarias de peso de la primera y segunda fase, en función de la alimentación de los cuyes.....	23
4. Comportamiento de la conversión alimenticia de la primera y segunda fase, en función de la alimentación de los cuyes en los diferentes tratamientos.....	24
5. Comportamiento de ganancias diarias de peso, en función de la alimentación de los cuyes.....	26
6. Comportamiento de la conversión alimenticia, en función de la alimentación en los cuyes.....	26

INDICE DE ANEXOS

Anexo N°:	Página
1. Promedio de consumo de materia seca (MS) por día de forraje más alimento concentrado peletizado, considerando el consumo del 10 % de peso vivo de los cuyes evaluado cada 15 días.....	38
2. Promedio de pesos de los cuyes evaluados cada 15 días.....	39

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el forraje hidropónico de cebada (FH), cultivado con y sin suministro de nutrientes, en la alimentación de cuyes sobre su desempeño productivo, se empleó 64 cuyes de ambos sexos de la raza Perú, destetados a los 15 días de edad y distribuidos en 4 tratamientos: forraje hidropónico sin nutrientes (ASN), forraje hidropónico con nutrientes desde la germinación (ANG), forraje hidropónico con nutrientes a partir de los 8 días de edad (AN8) y alimentación convencional (ACT) como control, todos suplementados con concentrado; agrupados en pozas de 4 animales, distribuidos a través de un diseño de bloques completos al azar y evaluados por un periodo de 60 días con intervalo de 15 días.

La concentración de MS del tratamiento AN8 fue estadísticamente superior ($P < 0,05$) al que recibió nutrientes desde la germinación (ANG), sin embargo, la PB de este tratamiento se encontró en mayor concentración ($P < 0,05$) que los tratamientos AN8 y ASN; resultando en mayor producción de forraje seco y de PB/m² en los tratamientos que recibieron nutrientes. El tratamiento de AN8 y ANG registraron una mejor ganancia de peso, mejor conversión alimenticia en los cuyes a raíz de un mayor contenido proteico, además de generar mejores beneficios económicos.

ABSTRACT

In order to evaluate the hydroponic barley fodder (HF), grown with and without supply of nutrients in the water, feeding on their productive performance of guinea pigs, 64 Peru breed guinea pigs of both sexes were used, weaned at 15 days of age, divided into 4 treatments: Hydroponic fodder without nutrients (FWN), Hydroponic forage nutrients from germination (FNG), Hydroponic forage nutrients from 8 days old (FN8) and as conventional (ACT) feed control, all supplemented with concentrate, grouped in pools of 4 animals, distributed through a completely randomized design and evaluated for 60 days with 15 days interval blocks.

The concentration of MS in FN8 treatment was statistically higher ($P < 0,05$) than that received nutrients from germination (FNG), however, the CP of this treatment was found in higher concentration ($P < 0,05$) than treatments FN8 and FWN, resulting in increased production of dry forage and CP / m² in the treatments that received nutrients. Treatment of FNG and FN8 recorded better average weight gain, better feed conversion in guinea pigs influenced by a higher protein content and generate better economic benefits.

I. INTRODUCCIÓN

En la crianza de los nuevos genotipos de cuyes, existe la necesidad de intensificar y mejorar la eficiencia en las prácticas de producción de una manera sostenible; factores como, el incremento en la demanda de productos alimenticios, la expansión de la frontera agrícola y ganadera, la erosión del suelo, la contaminación del agua y el crecimiento estacional de los pastos (debido en ciertos casos a la disponibilidad del agua), están direccionando la investigación hacia la búsqueda de métodos alternos para producir alimento para animales de manera técnica y que garanticen su disponibilidad y accesibilidad a los lugares de crianza.

Por otro lado, en la región de la costa, el crecimiento urbano marginal se ha encargado de desplazar las explotaciones agropecuarias hacia sectores donde se reduce el potencial de producción del forraje, haciendo que, la interdependencia entre el suelo como medio de soporte radical de la pastura y la producción de forraje se vea comprometida. En la actualidad, es común observar en los alrededores de las grandes urbes, la comercialización ambulatoria de forrajes para cuyes. Esto trae consigo, tres inconvenientes: primero, que el valor nutritivo del forraje no es homogéneo por la variabilidad en el estado de madurez, segundo, el costo del forraje es elevado, incrementando el costo de producción de los cuyes, y tercero, existe el peligro de que el forraje esté contaminado debido al uso frecuente en algunas zonas de aguas servidas, poniendo en peligro a toda la crianza y a la salud pública.

Como una alternativa, se presenta la producción de forraje hidropónico (FH), que es una tecnología de producción de biomasa obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas

viabiles (FAO, 2001). En el proceso de germinación de una semilla, el germen del embrión es capaz de transformarse en pocos días en una plántula con capacidad para captar energía del sol y absorber elementos minerales de una solución nutritiva. En este estado, tanto la parte aérea de la planta como la zona radicular se encuentran en un crecimiento acelerado, adquiriendo poco contenido de fibra y un alto contenido en proteína permitiendo que se obtenga un producto de alta digestibilidad, buena calidad nutricional y apto para la alimentación animal (Carballo, 2000).

Existe una gran diversificación de procesos para producción de forraje hidropónico, lo que origina diferentes rendimientos, diferentes periodos de cosecha y diferente calidad del forraje. Además, los resultados difícilmente son comprobables y replicables debido a falta de información científica que respalde. Igualmente, se ha comprobado la influencia de la aplicación de nutrientes en la producción de forraje hidropónico durante el crecimiento de la planta (Furlani, 2003) existiendo inconsistencias en los resultados por las variaciones en el proceso productivo. Todo esto justifica la evaluación integral a este nivel y su efecto en la producción de cuyes.

La producción de forraje hidropónico, a partir de cebada (*Hordeum vulgare*), es una alternativa importante para la producción de cuyes, es necesario determinar la influencia de los nutrientes aplicados en el agua de regadío sobre la producción y calidad del forraje hidropónico y como estos influyen en el rendimiento productivo y económico de la crianza de cuyes en las etapas de crecimiento y engorde.

Estos resultados serán de gran importancia para los productores de cuyes, principalmente de la región de la costa y sobre todo de áreas urbano marginales que tienen grandes inconvenientes para producir animales a costos adecuados por la compra del forraje convencional. En

otras regiones donde existan inconvenientes con los problemas antes mencionados los productores también podrán beneficiarse de estos resultados si se demuestran como alternativa viable. Se espera que los resultados contribuyan a mejorar la eficiencia de producción de cuyes de manera sostenible, con menores costos, mejor salud de los animales lo cual repercutirá en la salud pública.

Para demostrar que el uso de forraje hidropónico de cebada, cultivado con aplicación de nutrientes en el agua, en la alimentación de cuyes, mejora los rendimientos biológicos y económicos, nos trazamos los objetivos de evaluar el efecto del uso del forraje hidropónico de cebada, cultivado con y sin suministro de nutrientes (minerales) en la alimentación de cuyes para el mercado considerando el desempeño productivo, además de evaluar el costo y beneficio del proceso de crianza de acuerdo al forraje usado.

II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1. Crianza de cuyes: crecimiento y engorde.

El cuy (*Cavia porcellus*) es una especie herbívora monogástrica con habilidades para aprovechar eficientemente los alimentos, desarrolla digestión enzimática propia en estómago e intestino y fermentación postgástrica a través de microorganismos a nivel del ciego. Realiza cecotrófia y reutiliza el nitrógeno, permitiéndole un buen comportamiento productivo con alimentos de niveles bajos o medios de proteína (Chauca, 1997). El crecimiento de los cuyes se considera que pasa por dos etapas, la primera se inicia luego del destete hasta la cuarta semana, recibiendo los gazapos una dieta alta en proteína y alcanzando a triplicar su peso de nacimiento; la segunda etapa va de la cuarta semana hasta la edad de comercialización, en esta etapa los animales reciben dietas con un alto contenido de energía y baja proteína. Sin embargo, con la mejora genética que se viene alcanzando, los niveles de nutrientes requeridos deben ser ajustados para optimizar el crecimiento.

Las necesidades de nutrientes han sido establecidas por la National Research Council (NRC, 1995) focalizando al cuy como animal de laboratorio (Cuadro 1), sin embargo, en los últimos años, innumerables trabajos han sido realizados evaluando el comportamiento productivo de cuyes mejorados como respuesta a niveles crecientes de proteína, aminoácidos y de energía, pero tal información aún no está sistematizada. Vergara (2008), revisó los avances en nutrición y alimentación de cuyes, estableciendo que el requerimiento de proteína de 18 % recomendado por la NRC (1995) es adecuado para los animales en crecimiento, cuando se tiene un equilibrio entre los aminoácidos y la energía. Torres y otros

(2006), evaluaron dietas con 15 y 18 % de proteína y 2,8 y 3,0 Mcal de ED/kg de alimento, encontraron mayores ganancias de peso en los animales que recibieron las dietas de 18 % de proteína en ambos niveles de energía. El nivel de 15 % fue insuficiente para promover una adecuada tasa de crecimiento debido a un menor aporte de aminoácidos y su relación con la energía digestible (energía digestible/ proteína de 18 a 20).

Cuadro 1. Requerimientos de nutrientes para cuyes mejorados explotados en regímenes intensivos.

Nutrientes	NRC, (1995) ¹	Vergara, (2008) ²			
		Inicio	Crecimiento	Acabado	Gest/Lact
Energía Digestible, Mcal/kg	- (3)	3,00	2,80	2,70	2,90
Proteína total, %	18(10)	20,00	18,00	17,00	19,00
Fibra cruda, %	15,00	6,00	8,00	10,00	12,00
Aminoácidos, %					
Lisina	0,84	0,92	0,83	0,78	0,87
Metionina	0,36	0,40	0,36	0,34	0,38
Metionina + Cistina	0,60	0,82	0,74	0,70	0,78
Arginina	1,20	1,30	1,17	1,10	1,24
Treonina	0,60	0,66	0,59	0,56	0,63
Triptófano	0,18	0,20	0,18	0,17	0,19
Minerales, %					
Calcio	0,80	0,80	0,80	0,80	1,00
Fósforo	0,40	0,40	0,40	0,40	0,80
Sodio	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Vitaminas					
Ácido ascórbico, mg/100g	20,00	30,00	20,00	15,00	15,00

¹ National Research Council (RNC, 1995), (RNC, 1978)

² Inicio (1-28 días), Crecimiento (29-63 días), Acabado (64-84 días), (Vergara, 2008)

Por otro lado, en la fase de lactantes, el incremento en el nivel de proteína mejora el peso al destete. Vergara y Remigio (2006), citado por Vergara (2008), encontraron mayores ganancias de peso y mejor conversión del alimento en animales que recibieron alimento de inicio (20 % de PB y 3,0 Mcal ED/kg), en comparación a dietas de crecimiento (18 % de PB y 2,8 Mcal ED/kg de alimento) suministrados hasta las cinco semanas de edad (tres semanas post-destete). En la etapa final del proceso de crecimiento, la reducción de la proteína (17 % de PB; 2,7 ED/kg) no afectó la ganancia de peso, la conversión de alimento, ni el rendimiento de carcasa (Vergara, 2008).

Las necesidades de los aminoácidos lisina y los azufrados metionina más cistina, establecidos por NRC (1995) para el cuy de crecimiento normal, fueron evaluados por (Remigio y otros, 2006). Los resultados demuestran que el nivel establecido por NRC (1995) para metionina más cistina de 0,60 %, no es suficiente para promover el mayor crecimiento, siendo necesario incrementar el nivel a 0,70 % (15 % a más). Se ha demostrado también, una mejor respuesta cuando la relación de aminoácidos azufrados y lisina es de 90 %. El nivel de lisina establecido por NRC (1995) permite un crecimiento adecuado.

2.2. Forraje hidropónico.

El forraje hidropónico (FH) consiste en la germinación de granos (usualmente semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo) y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia del suelo (FAO, 2001).

Según Müller y otros (2006) el cultivo de forraje hidropónico necesita de nutrientes que las plantas encuentran en el suelo, por lo que es necesario el uso de soluciones nutritivas, ya sea orgánica o inorgánica,

donde parcialmente corrigen la reducción del contenido de materia seca con el avance de los días a la cosecha, siendo ligeramente los valores de las soluciones nutritivas orgánicas superiores a las inorgánicas.

Salas y otros (2010) determinaron que la fertilización con una concentración suficiente de nitrógeno (N) satisface los requerimientos del forraje dando lugar a las diferencias de resultados a los días de cosecha, donde a medida que avanza el tiempo de cosecha, el rendimiento de FH y la producción de materia seca (MS) aumentan significativamente con el paso de los días.

Por otra parte, Müller y otros (2006) observaron mayor contenido de proteína bruta (PB) en las etapas iniciales que a los 16 días. La disminución de PB en FH, es debido a la maduración de la planta, ya que durante el desarrollo de órganos estructurales, como tallos y pecíolos, el N se desplaza a las partes más jóvenes. Esto disminuye la fracción de biomasa activa y promueve una dilución del N en la planta. Los porcentajes de celulosa también aumentarían ligeramente con el avance de los días de cosecha, limitando su consumo de la materia seca. Por lo tanto sugieren que la cosecha del forraje hidropónico se realice entre 8 a 12 días para poder usar el contenido proteico sin reducirse la materia seca y su digestibilidad.

Entre las ventajas que presenta el forraje hidropónico, se puede decir que permite un suministro constante durante todo el año, se pueden emplear terrenos desérticos y marginales de zonas urbanas (áreas pequeñas), se reduce el desperdicio de agua, se obtiene una fuente alternativa de alto valor nutricional y ser completamente natural por lo que hay una menor incidencia de enfermedades.

El Forraje hidropónico es un sistema de producción de biomasa vegetal de alta sanidad y calidad nutricional producido muy rápidamente (9 a 15 días) en cualquier época del año y en cualquier localidad

geográfica, siempre y cuando se establezcan las condiciones mínimas necesarias para ello. La tecnología FH es complementaria y no competitiva a la producción convencional de forraje a partir de especies aptas (avena, mezclas de trébol y gramíneas, alfalfa, etc.) para cultivo forrajero convencional (FAO, 2001).

Tarrillo (2008) reportó que el nivel de proteína del forraje hidropónico es muy similar a la de la alfalfa. Es importante señalar que el nivel de proteína de la alfalfa varía según el estado de corte de las plantas, mientras que el forraje hidropónico depende del nivel de fertilización nitrogenada, días de producción y semilla usada.

2.3. Utilización del forraje hidropónico en la alimentación animal.

El forraje hidropónico representa una alternativa de producción de forraje para la alimentación de corderos, cabras, terneros, vacas en ordeño, caballos de carrera. Asimismo, para conejos, pollos, gallinas ponedoras, patos, cuyes y chinchillas entre otros animales domésticos y es especialmente útil durante períodos de escasez de forraje verde (FAO, 2001).

Reportes realizados por Tarrillo (2008) sostienen que el uso del FH en la alimentación de cuyes conlleva a mayor producción de leche (mayor número de crías logradas al año), reducción en los costos de alimentación y a las necesidades de agua y vitamina C de los cuyes.

2.4. Análisis químico de las partes del forraje hidropónico de cebada.

En el Cuadro 2 se muestra la composición nutricional de cebada de la

variedad UNA-80 evaluada a los 10 días de germinada incluyendo raíces y la parte aérea.

Esta información inicial nos permite tener una idea del aporte de nutrientes del FH a los animales; sin embargo no se han encontrado reportes que especifiquen su valor nutritivo en términos energéticos y de aminoácidos para poder realizar formulaciones precisas para los cuyes.

Cuadro 2. Composición nutricional del forraje hidropónico de cebada

Constituyente (%)	Raíces	Tallos	Hojas	Total
Proteína Cruda	12,19	27,18	35,28	16,02
Grasa	5,68	4,55	3,77	5,37
Fibra Cruda	10,29	26,32	21,50	12,94
E L N	68,29	36,78	34,66	62,63
Ceniza	2,56	5,17	4,8	3,03
N D T	84,03	61,29	76,26	80,91

Fuente: Laboratorio UNALM (1996)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de realización de la investigación

Se realizó en las instalaciones de la Universidad Privada Antenor Orrego, la producción de forraje hidropónico y la crianza de cuyes se desarrolló en el Fundo UPAO II y el análisis químico proximal de las muestras de forraje se realizó en el Laboratorio de Medicina Veterinaria (MEVE) del campus principal.

3.2. Proceso de producción del forraje hidropónico

3.2.1. Instalaciones para el cultivo de forraje

El cultivo de forraje se realizó dentro de un ambiente que contó con techo y paredes, en un área de 12 m² (3 m x 4 m). Dentro de este ambiente se construyó una unidad de germinación y una unidad de crecimiento, cada unidad constó de tres estantes de cuatro pisos para alojar un total de 48 bandejas de plástico de 44 cm x 31 cm (1364 cm²) en donde fue depositada la semilla de cebada.

3.2.2. Procedimiento para el cultivo de forraje

El procedimiento para el cultivo del forraje fue adaptado del manual de procedimientos descrito por Carballo (2008) y consta de los siguientes pasos:

a. Limpieza y pesaje de las semillas. Se realizó una selección manual de las semillas para eliminar impurezas y aquellas que estaban en mal estado (semillas partidas). El pesado de semilla se consideró una densidad de 0,45 g/cm², resultando un peso de 614 g para cada bandeja.

b. Lavado. Las semillas fueron lavadas con el objeto de eliminar el polvo, impurezas y semillas mal formadas. Este lavado se realizó agitándolas por unos segundos para luego eliminar el agua sucia; este proceso fue repetido hasta por tres veces, dependiendo el grado de suciedad.

c. Desinfección. Las semillas fueron desinfectadas con el objetivo de eliminar microorganismos de la putrefacción y de las esporas de hongos para evitar problemas durante el proceso de germinación y producción. Este proceso se realizó sumergiendo las semillas en una solución de agua con lejía (hipoclorito de sodio) al 1 % por un periodo de 30 minutos.

d. Remojo. Las semillas fueron puestas en remojo con agua por espacio de 24 horas, con cambio de agua a las 12 horas, con el objetivo de activar la vida latente del grano y facilitar la germinación.

e. Oreo. Terminado el proceso de remojo, las semillas fueron enjuagadas con agua y puestas en bolsas de polipropileno, las mismas que estuvieron suspendidas por 12 horas para que permita el drenaje del agua.

f. Traslado. Se colocaron las semillas en las bandejas de un tamaño de 1364 cm² tratando de formar una capa uniforme de aproximadamente 1,5 cm de espesor. Se usaron cuatro bandejas por tratamiento y por periodo de evaluación. Las bandejas fueron colocadas en la unidad de germinación.

g. Germinación. Para lograr una adecuada germinación, los estantes de la unidad de germinación fueron cubiertos con un plástico negro y dentro de ellos se mantuvo una temperatura ideal que simule a la del suelo, buena ventilación y oscuridad. Con la ayuda de nebulizadores manuales de riego se suministró agua evitando que se muevan las semillas, este proceso fue de 48 horas.

h. Producción. Pasado el tiempo de germinación, las bandejas eran trasladadas a los estantes de la unidad de crecimiento y se iniciaban los riegos. Para el suministro de agua por aspersión se usó nebulizadores manuales.

i. Irrigación. El riego fue de acuerdo a los tratamientos que se aplicaron para la producción de cuyes. Para las bandejas que recibieron soluciones nutritivas, se regó a las 7:00 y 14:00 h a razón de dos litros/m² de superficie de bandeja. Además se regó con agua limpia a las 11:00 y 17:00 h. Este proceso se repitió hasta un día antes de la cosecha. A las bandejas que no recibieron nutrientes, se aplicó solamente agua en las mismas cantidades y horarios establecidos.

j. Cosecha. La cosecha se realizó a los 12 días de cada tratamiento.

3.2.3. Preparación de las soluciones nutritivas

Se preparó la solución nutritiva sugerida por el Centro de investigación de hidroponía y nutrición mineral, Departamento de biología, Universidad Nacional Agraria La Molina. En el Cuadro 3 se especifica las concentraciones de las soluciones nutritivas.

Cuadro 3. Concentraciones de los nutrientes en la solución nutritiva

Nutriente	Concentración, ppm	Nutriente	Concentración, ppm
Potasio	210,00	Cobre	0,10
Nitrógeno	190,00	Molibdeno	0,05
Fósforo	35,00	Calcio*	150,00
Hierro	1,00	Azufre*	70,00
Manganeso	0,50	Magnesio*	45,00
Zinc	0,15	Boro*	0,50

La solución nutritiva hidropónica La Molina® tiene la siguiente concentración:
(1 ppm es igual 1 mg/L, * incluye las cantidades que aporta el agua)

Cuadro 4. Composición de las soluciones nutritivas y micronutrientes

Solución Concentrada A: (para 5,0 litros de agua, volumen final)	Cantidades
Nitrato de potasio	550,0 g
Nitrato de amonio	350,0 g
Superfosfato triple	180,0 g
Solución Concentrada B: (para 2,0 litros de agua, volumen final)	
Sulfato de magnesio	220,0 g
Quelato de hierro 6% Fe	17,0 g
Solución de Micronutrientes	400 ml
Solución Micronutrientes: (para 1,0 litro de agua destilada o hervida)	
Sulfato de Manganeso	5,0 g
Ácido Bórico	3,0 g
Sulfato de Zinc	1,7 g
Sulfato de Cobre	1,0 g
Molibdato de Amonio	0,2 g

3.2.4. Toma de muestras, preparación y análisis de laboratorio

Se colectó todo el material de cuatro bandejas por tratamiento y se pesó el material fresco, luego se procedió a extraer en cada bandeja cuatro sub muestras representativas de 150 g incluyendo raíces y semillas, se colocaron en una estufa a 60 °C hasta lograr un peso constante para determinar (MS). Posteriormente, para los análisis de laboratorio, las muestras fueron molidas, el contenido de proteína bruta (PB) se evaluó por el método de Kjeldahl de acuerdo a las metodologías descritas por la (AOAC, 1997).

3.3. Evaluación del forraje en el crecimiento y engorde de cuyes

3.3.1. Instalaciones y animales

Se utilizó un galpón destinado para crianza de cuyes, construido con paredes de material noble, ventanas con malla y techo de teja andina. Dentro del cual se encuentran construidas pozas de 0,50 m² cada una en donde se alojaron a los cuyes. Cada poza estuvo provista de un comedero de arcilla para el suministro de concentrados y un bebedero para agua. Para el FH se acondicionará maderas de 30 x 40 cm sobre el piso para colocar el forraje.

Se empleó 64 cuyes entre machos y hembras de la raza Perú, destetados a los 15 días de edad, procedentes de una granja comercial. Los animales fueron seleccionados desde el nacimiento, a los 21 días de edad se formaron grupos de 4 animales por cada poza y fueron distribuidos para cada tratamiento. Los cuyes se identificaron con aretes de aluminio numerados en la oreja para facilitar la evaluación.

3.3.2. Alimentación

El suministro de alimento fue diario y consistió en colocar el FH de acuerdo al tratamiento en cada poza, adicionalmente se suministró un alimento balanceado. La proporción del FH y el alimento balanceado fueron del 40 y 60 % respectivamente. El forraje fue cosechado en el periodo de doce días. El alimento balanceado fue formulado para complementar los aportes del forraje de acuerdo a las necesidades nutricionales de los cuyes recomendados por la NRC (1995).

Los animales fueron criados durante un periodo de 60 días: la fase de crecimiento (de 15 a 44 días) y la fase de engorde (de 45 a 81 días de edad).

Cuadro 5. Composición porcentual y nutricional del alimento concentrado ofrecido a los cuyes durante el experimento.

Insumos	(%)
Maíz integral	28,50
Afrecho de trigo	27,50
Torta de soya	17,00
Carbonato de calcio	1,00
Phosvit	0,80
Harina de alfalfa	10,00
Polvillo de arroz	9,50
Lisina	0,10
Metionina	0,15
Activemost	0,10
Klinofeet	0,05
VQ mix cuy	0,10
Melaza	4,60
Sal molida	0,60
Total	100,00
Contenido Nutricional	
ED (kcal/kg)	3,05
PB (%)	17,45
Lis (%)	0,91
Met (%)	0,37
Ca (%)	0,79
P (%)	0,81

3.3.3. Sanidad

Para iniciar el experimento se desinfectó las instalaciones y equipos con detergentes y soluciones químicas para prevenir el ataque de ectoparásitos y de enfermedades frecuentes en la región.

3.3.4. Tratamientos en estudio

Los tratamientos consistieron en el suministro de forraje a los cuyes provenientes de los tratamientos.

ACT: Alimentación convencional total.

ASN: Alimentación con FH de cebada producido sin aplicación de nutrientes.

ANG: Alimentación con FH de cebada producido con aplicación de nutrientes desde la germinación y durante todo el periodo de crecimiento.

AN8: Alimentación con FH de cebada producido con aplicación de nutrientes a partir del 8° día de edad.

3.3.5. Variables Dependientes

- Consumo de alimento.
- Conversión alimenticia.
- Ganancia de peso.
- Análisis económico.

Los cuyes fueron pesados cada 15 días. El consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia se evaluó al final de cada fase y durante el periodo total.

El análisis económico se realizó al final del periodo experimental y consistió en estimar el beneficio neto por cada animal y por kg de cuy producido.

Beneficio Neto:

$$BN = PY - CV - CF$$

Donde: BN = Beneficio Neto

P = Precio del cuy vivo/unidad

Y = Cantidad de producto

CV = Costo variable

CF = Costo fijo.

Los costos variables se consideraron la alimentación; el alimento balanceado, el forraje convencional y forraje hidropónico de cebada con y sin suministro de nutrientes con un costo diferente para cada tratamiento. Los costos fijos se consideraron el precio inicial del animal, la mano de obra, la depreciación de instalaciones y equipos.

3.3.6. Diseño experimental y análisis estadístico

Al inicio del experimento, los cuyes fueron distribuidos en los tratamientos a través de un diseño de bloque completo al azar con cuatro tratamientos y cuatro bloques, siendo el factor de bloqueo el peso de los

animales al inicio del experimento. Cada unidad experimental estuvo compuesta por una poza de 4 cuyes.

Para cada variable dependiente, los resultados fueron comparados a través del análisis de variancia y los promedios, a través de la prueba de Tukey (Stell y Torrie, 1995).

Modelo lineal aditivo y esquema de Análisis de Variancia.

$$Y_{ijk} = U + T_i + B_j + E_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Observación cualesquiera de la unidad experimental, que corresponde al j-ésimo bloque que recibió el i-ésimo tratamiento

U = Promedio del experimento

T_i = Efecto del forraje ($i = 1, 2, 3, 4$)

B_j = Efecto del peso inicial de los cuyes ($j = 1, 2, 3, 4$)

E_{ijk} = Error experimental.

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluación del forraje hidropónico de cebada

La composición nutricional del forraje hidropónico de cebada a los 12 días de edad, utilizado en el experimento y medida en materia seca (MS) y producción de proteína (PB), se muestra en el Cuadro 6, donde se aprecia que la concentración de materia seca del tratamiento AN8 fue estadísticamente superior ($P < 0,05$) a la materia seca del forraje que recibió nutrientes desde la germinación ANG, sin embargo la concentración de proteína bruta de este tratamiento fue superior ($P < 0,05$) a los tratamientos AN8 y ASN. La Figura 1 muestra el comportamiento de estos tratamientos en cuanto a la producción de forraje y proteína.

Cuadro 6. Promedios de concentración de materia seca (MS), proteína bruta (PB), producción de forraje verde (FV), forraje seco (FS) y producción de proteína bruta del forraje hidropónico de cebada.

Tratamientos ¹	MS	PB	Producción forraje (kg/m ²)		PB
	(%)	(%)	FV	FS	(g/m ²)
ASN	9,36ab	11,01 b	27,529ab	2,576a	283,73a
ANG	8,58 b	12,55a	29,683a	2,545a	319,28a
AN8	10,43a	10,80 b	25,953 b	2,699a	291,31a
SEM	0,3	0,26	0,61	0,07	9,81

¹ Tratamientos: ASN: alimentación sin nutrientes, ANG: alimentación con nutrientes desde la germinación, AN8: alimentación con nutrientes a partir de los 8 días.

Promedios seguidos de letras diferentes difieren entre sí ($P < 0,05$) por la prueba de Tukey.

SEM: error estándar del promedio.

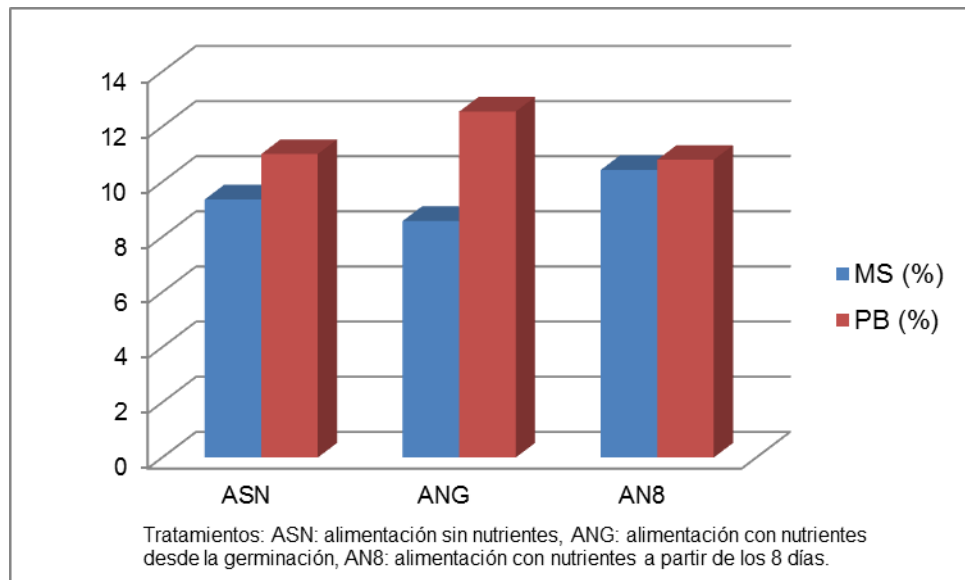


Figura 1. Comportamiento de MS y PB en función de la adición o no de nutrientes en el cultivo del forraje hidropónico de cebada.

En la Figura 2 se muestra la producción la proteína bruta (g/m^2) en donde se aprecia que a pesar de no existir diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo el forraje que recibió nutrientes desde la germinación mostro 11,1 % más de producción de PB en relación al que no recibió nutrientes.

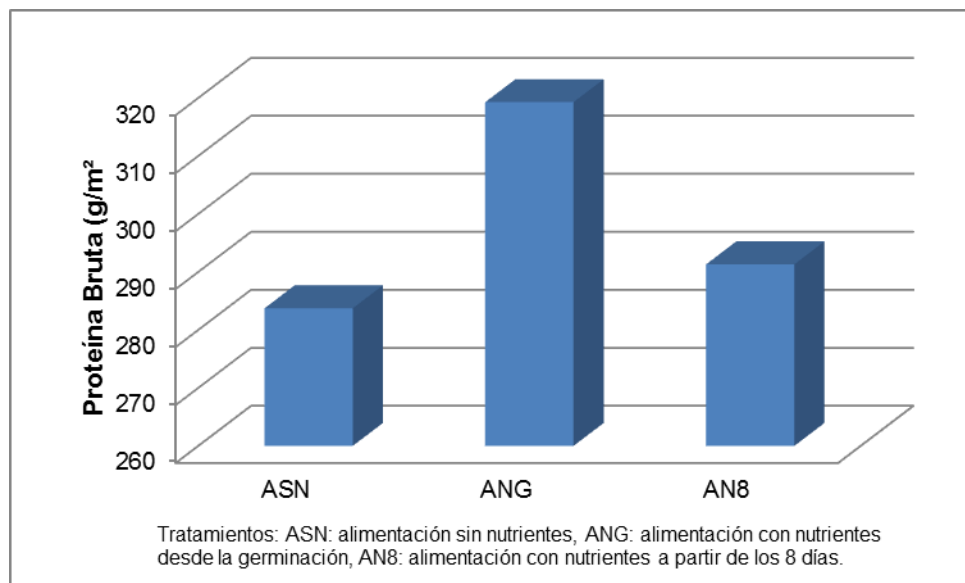


Figura 2. Comportamiento de la producción de (PB g/m²) en cada tratamiento.

4.2. Evaluación del forraje en el crecimiento y engorde de cuyes

a. Evaluación de la primera fase

En el Cuadro 7 se muestra el comportamiento productivo en la primera fase, se observa que cuyes que consumieron alimento del tratamiento ACT mostraron mayor CDA, sin embargo esto no influyó significativamente en el GDP y CA. Los demás tratamientos no presentaron diferencias significativas en las variables evaluadas, sin embargo, el tratamiento que recibió nutrientes desde el octavo día mostro 29,1 % más en la GDP y 18,7 % más en CA que aquel que no recibió nutrientes. La Figura 3 muestra las diferencia de estos tratamientos.

Cuadro 7. Promedios de ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de alimento (CDA) y conversión alimenticia (CA) de cuyes alimentados con forraje hidropónico en la primera fase.

Tratamientos ¹	Peso inicial (g)	Peso final (g)	GDP (g)	CDA (g)	CA (g/g)
ACT	426,25	631,56	7,33a	57,85a	8,05a
ANG	430,63	604,38	6,21a	47,66 b	8,16a
ASN	427,81	584,46	5,59a	44,95 b	8,22a
AN8	424,38	645,35	7,89a	46,83 b	6,92a
SEM			0,86	1,1	0,67

1 Tratamientos: ACT: alimentación convencional total, ASN: alimentación sin nutrientes, ANG: alimentación con nutrientes desde la germinación, AN8: alimentación con nutrientes a partir de los 8 días.

Promedios seguidos de letras diferentes difieren entre sí ($P < 0,05$) por la prueba de Tukey.

SEM: error estándar del promedio

b. Evaluación de la segunda fase

En el Cuadro 8 se aprecia que cuyes que consumieron alimento del tratamiento ACT mostraron mayor CDA sin presentar diferencia estadísticas significativas en la GDP y CA. Sin embargo, se muestra una mejor CA en el tratamiento de ANG con una diferencia de 19,8 % y 29,7 % más de GDP del forraje convencional respecto al que no recibió nutrientes.

En la Figura 3 se muestra las ganancias diarias de peso de los cuyes en ambas fases de crianza, se observa que con excepción del AN8 que mostro igual GDP en ambas fases, los animales de los otros tratamientos mostraron mayores ganancias en la segunda fase.

Cuadro 8. Promedios de ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de alimento (CDA) y conversión alimenticia (CA) de cuyes alimentados con forraje hidropónico en la segunda fase.

Tratamientos ¹	Peso Inicial (g)	Peso final (g)	GDP (g)	CDA (g)	CA (g/g)
ACT	631,56	910,21	10,32a	80,73a	8,07a
ANG	604,38	849,10	9,06a	67,86 b	7,61a
ASN	584,46	780,57	7,26a	66,22 b	9,12a
AN8	645,35	863,69	8,09a	67,03 b	8,39a
SEM			0,69	1,68	0,68

1 Tratamientos: ACT: alimentación convencional total, ASN: alimentación sin nutrientes, ANG: alimentación con nutrientes desde la germinación, AN8: alimentación con nutrientes a partir de los 8 días.

Promedios seguidos de letras diferentes difieren entre sí ($P < 0,05$) por la prueba de Tukey.

SEM: error estándar del promedio

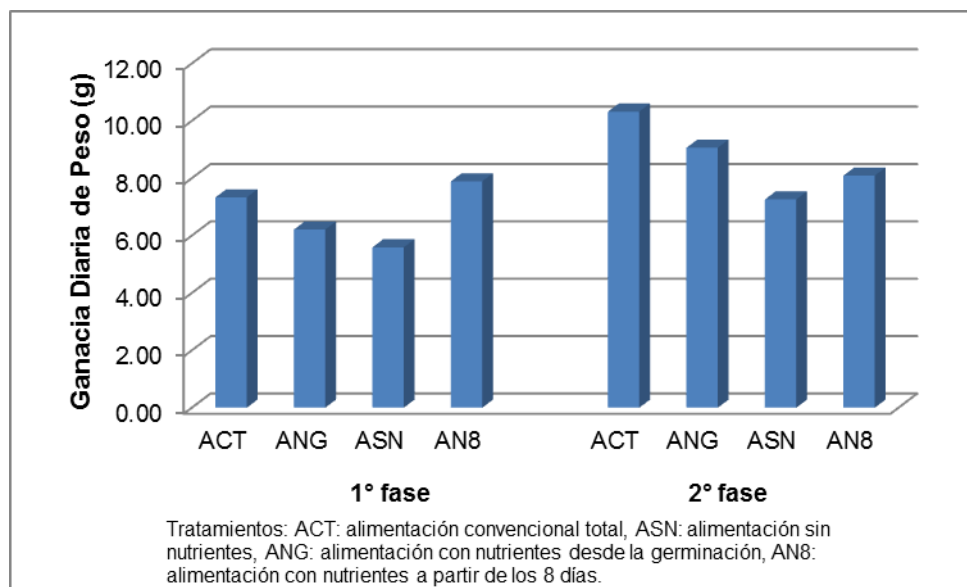


Figura 3. Comportamiento de las ganancias diarias de peso de la primera y segunda fase en función de la alimentación de los cuyes.

En las Figura 4 se muestra la conversión alimenticia de los cuyes en ambas fases de crianza, se observa que el tratamiento ANG mejoró en la segunda fase, mientras el de ACT mostro igual CA en ambas fases; los animales de los demás tratamientos de forraje hidropónico se mostraron inferiores respecto a la primera fase.

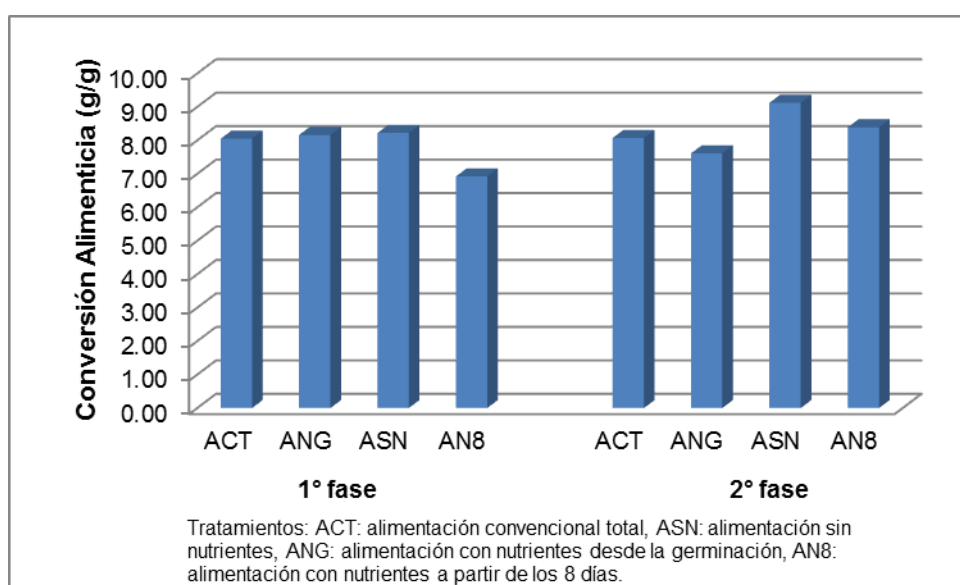


Figura 4. Comportamiento de la conversión alimenticia de la primera y segunda fase, en función de la alimentación de los cuyes en los diferentes tratamientos.

c. Evaluación total

El comportamiento productivo de cuyes alimentados con forraje hidropónico cultivado con o sin soluciones nutritivas, de 21 a 81 días de edad, es mostrado en el Cuadro 9 en donde se observa que cuyes alimentados con forraje hidropónico que no recibió solución nutritiva ASN presentaron ganancia de peso inferior ($P < 0,05$) a aquellos que recibieron

alimento convencional total, mas no mostraron diferencias con aquellos que recibieron ANG y AN8, a pesar que el CDA se mantuvo significativamente superior en aquellos que consumieron alimento convencional total; la CA no se mostró diferente ($P > 0,05$). Las Figuras 5 y 6 muestran las diferencias de estos tratamientos.

Cuadro 9. Promedios de ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de alimento (CDA) y conversión alimenticia (CA) de cuyes alimentados con forraje hidropónico de cebada durante el periodo total de evaluación.

Tratamientos ¹	Peso Inicial (g)	Peso final (g)	GDP (g)	CDA (g)	CA (g/g)
ACT	426,25	910,21	8,80a	69,29a	7,99a
ANG	430,63	849,10	7,61ab	57,76 b	7,78a
ASN	427,81	780,57	6,41 b	55,59 b	8,68a
AN8	424,38	863,69	7,99ab	56,93 b	7,46a
SEM			0,51	1,21	0,59

¹ Tratamientos: ACT: alimentación convencional total, ASN: alimentación sin nutrientes, ANG: alimentación con nutrientes desde la germinación, AN8: alimentación con nutrientes a partir de los 8 días.

Promedios seguidos de letras diferentes difieren entre sí ($P < 0,05$) por la prueba de Tukey.

SEM: error estándar del promedio

En la Figura 6 se aprecia la conversión alimenticia general del experimento, aun sin presentar diferencias estadísticas significativas, se muestra una mejor CA en el tratamiento de AN8 con 16,4 % más eficiente que aquel tratamiento de forraje hidropónico de cebada que no recibió nutrientes ASN.

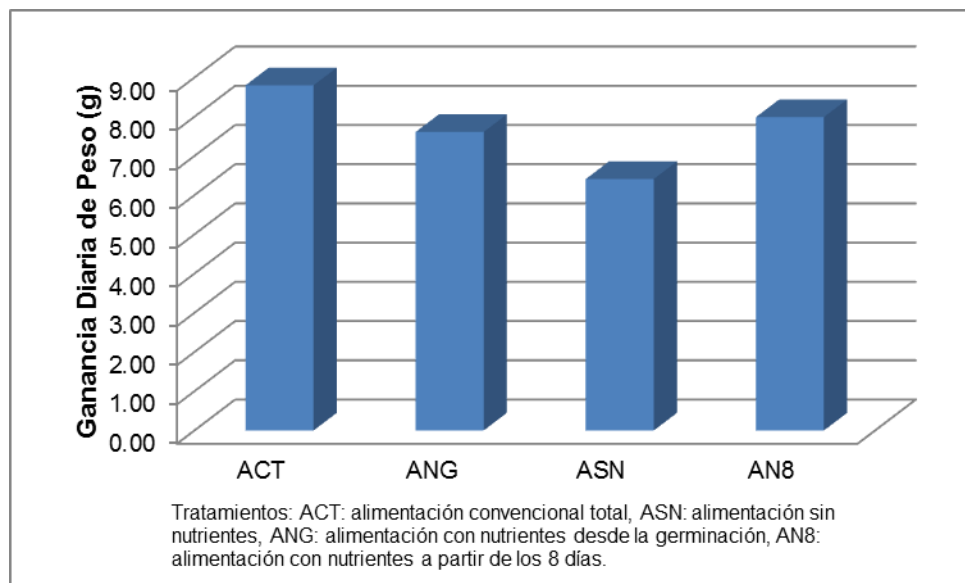


Figura 5. Comportamiento de las ganancias diarias de peso en función de la alimentación de los cuyes.

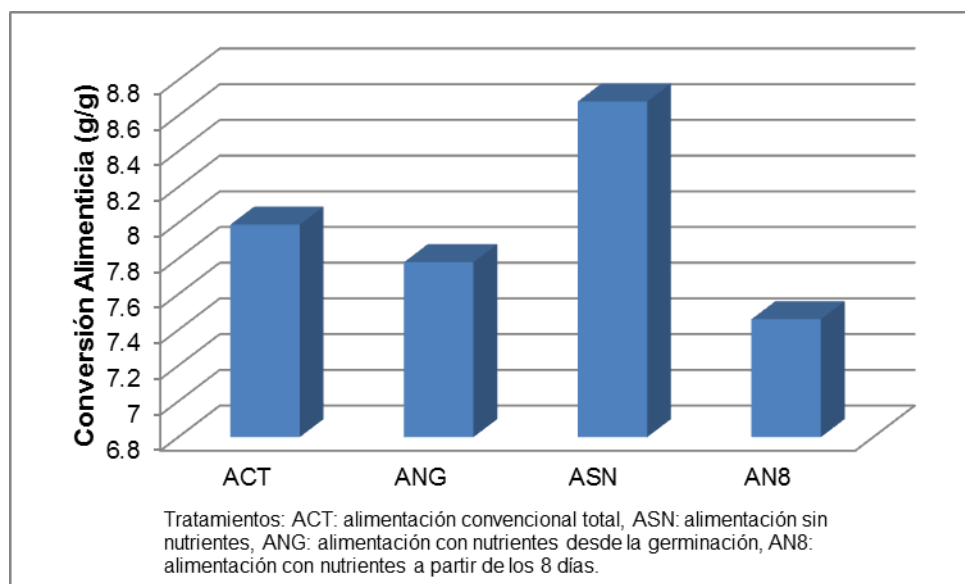


Figura 6. Comportamiento de la conversión alimenticia en función de la alimentación de los cuyes.

4.3. Evaluación económica de la crianza de cuyes

En el Cuadro 10 se muestra el análisis del beneficio neto del experimento, donde observamos que tanto los animales que recibieron forraje hidropónico con suministro de nutrientes a partir el octavo día, así como aquellos que recibieron alimentación convencional total presentaron mayores beneficios netos, influidos por las mayores ganancias de peso mostrados al final del experimento.

Cuadro 10. Beneficio neto por animal según el tratamiento.

Tratamientos ¹	Yi (g)	PiYi (S/.)	CVi (S/.)	CFi (S/.)	BNi (S/.)
ACT	0,910	22,76	4,20	14,10	4,46
ANG	0,849	21,23	3,78	14,10	3,35
ASN	0,781	19,51	3,10	14,10	2,31
AN8	0,864	21,59	3,66	14,10	3,83

1 Tratamientos: ACT: alimentación convencional total, ANG: alimentación con nutrientes desde la germinación, ASN: alimentación sin nutrientes, AN8: alimentación con nutrientes a partir de los 8 días.

El precio inicial del cuy fue de S/. 13,00

Pi: Precio estimado de 1 kg de peso del animal, S/. 25,0.

Yi: Peso vivo del animal

PiYi: Precio x peso vivo del animal

CVi: Costos variables

CFi: Costos fijos

BNi: Beneficio Neto, en cada tratamiento

V. DISCUSION

5.1 Evaluación del forraje hidropónico de cebada

Como se observa en el cuadro 6, si bien la concentración de MS (%) del forraje hidropónico de cebada que recibió nutrientes desde los 8 días de germinado (AN8) se mostró significativamente mayor al forraje que recibió nutrientes desde la germinación (ANG) lo cual aseguró una mayor producción de forraje seco (FS)/m². Sin embargo, por haber tenido, este último tratamiento mayor concentración de PB, frente a los otros tratamientos, este aseguro aunque no significativamente, mayor producción de PB/m²; lo cual aseguraría mayor cantidad de aminoácidos para los cuyes y podría reducir en un mejor rendimiento productivo de los mismos.

Trabajos similares han sido reportados por Salas y otros (2010) concuerdan que la fertilización satisface requerimientos del forraje en rendimiento y producción de materia seca aumentan significativamente con el paso de los días.

El hecho de mostrar mejor producción de PB en los tratamientos que recibieron nutrientes en el agua estaría en relación a la disponibilidad de estas en la solución nutritiva sobre todo nitrógeno, el mismo que fue incorporado en la planta, concordante con lo reportado por Tarrillo (2008). Donde el nivel de proteína del forraje hidropónico depende del nivel de fertilización nitrogenada y días de producción, a diferencia de aquellos que no tuvieron esta disponibilidad y solo traslocaron nitrógeno desde la semilla.

Los valores de PB (g/m²) también son concordantes con los reportados por Izquierdo (2001), donde para el tratamiento de NG es el

más alto como se detalla en el Cuadro 6, Figura 2; resultando más bajo el SN aun sin encontrar diferencias significativas entre sí pero si en términos numéricos.

5.2. Evaluación del forraje en el crecimiento y engorde de cuyes

Cuyes alimentados con forraje hidropónico de cebada tanto en la primera y segunda fase tendieron a consumir menos, quedando como sobras la parte radicular. Sin embargo, el consumo mejoró debido a una mejor adaptabilidad al forraje hidropónico, pero siempre mostrando ser inferiores a los que recibieron alimento convencional total ACT. Además, en el transcurso que los días avanzaban, los cuyes necesitaban de más alimento, esto generó una mayor ganancia diaria de peso en el tratamiento que recibió nutrientes desde los 8 días AN8, en la primera fase; resultando el tratamiento de alimentación convencional total ACT para la segunda fase, sin existir diferencias significativas respecto a los demás tratamientos en ambas fases (Cuadros 7 y 8, Figura 3 y 4). Estos resultados son atribuibles por una mejor conversión alimenticia aun sin mostrar diferencias significativas respecto a los demás tratamientos.

El tratamiento que recibió nutrientes ANG presenta una mejor conversión alimenticia debido a un mayor contenido proteico y haber mejorado el consumo diario de alimento (Cuadro 8, Figura 3 y 4).

El resultado del experimento total alcanza resultados mayores en los tratamientos de ACT debido a su consumo del 100 % del alimento con mejor adaptabilidad, dando así una mejor ganancia diaria de peso respecto a los animales que fueron alimentados con forraje hidropónico, siendo el más bajo el tratamiento que no recibió nutrientes ASN con diferencias significativas a ($P < 0,05$).

Los tratamientos de forraje hidropónico que recibieron nutrientes ANG y AN8 presentan una mejor conversión alimenticia debido a un mayor contenido proteico y haber mejorado el consumo diario de alimento (Cuadro 8 y 9, Figura 4, 5 y 6). Las evaluaciones realizadas por Vergara (2008) han demostrado que incrementando los niveles de aminoácidos en 10% sobre los requerimientos de NRC (1995) se promueve el crecimiento y mejora la conversión del alimento, siendo más consistentes a mayor nivel de energía digestible.

La alimentación con alimento balanceado y forraje hidropónico de cebada se basa en el suministro diario de forraje verde en relación al peso del animal. Rivas (1995), citado por Vergara (2008), comparó el suministro de forraje chala en relación al 20 % y 10 % del peso corporal, ofrecido diario o ínter diario, con alimento balanceado a voluntad. La reducción de 20 % a 10% del peso corporal, así como la restricción en el suministro ínter diario, no afecta el crecimiento. Sin embargo, se reduce la ingestión de materia seca y se incrementa el costo de alimentación, recomendando el suministro diario de forraje verde el 10 % del peso vivo.

Lo antes mencionado, explica porque los resultados de ganancia diaria de peso obtenidos en los animales del experimento son menores a los reportados por Vergara y otros (2008). La mejora continua de los cuyes obliga cada vez más a utilizar menos forraje y más alimento balanceado, en el intento por alcanzar sus necesidades nutricionales, materia que en el presente trabajo fue dejado a un segundo lugar con la finalidad de evaluar el forraje hidropónico.

5.3. Evaluación económica de la crianza de cuyes

Según los resultados del beneficio neto (Cuadro 10) se observa que los animales alimentados con el forraje hidropónico con soluciones

nutritivas a partir del octavo día AN8 obtuvieron mejores resultados en comparación de los otros tratamientos ANG y ASN, mostrando así que la tecnología FH es complementaria y no competitiva a la producción convencional de forraje a partir de especies aptas (avena, mezclas de trébol y gramíneas, alfalfa, etc.) para cultivo forrajero convencional (FAO, 2001).

VI. CONCLUSIONES

La aplicación de nutrientes a través de solución nutritiva al forraje hidropónico de cebada desde la germinación, mejora el valor nutritivo, la producción de forraje verde y la producción de proteína bruta.

La alimentación de cuyes a base del forraje hidropónico de cebada cultivado con solución nutritiva desde la germinación o desde el octavo día y suplementado con concentrado genera desempeños productivos similares a la alimentación convencional a base de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) más alfalfa y concentrado.

El forraje hidropónico cultivado con solución nutritiva desde el octavo día, así como la alimentación convencional, generan mayores beneficios económicos como resultado de la crianza de cuyes en crecimiento y engorde.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar otras investigaciones en forraje hidropónico con solución nutritiva, evaluando diferentes densidades de siembra.

Seguir realizando más estudios de alimentación para cuyes usando el forraje hidropónico, sabiendo de la mejora continua en su potencial genético nos obliga cada vez más a utilizar menos forraje y más alimento balanceado, en el intento de alcanzar sus necesidades nutricionales.

VIII. BIBLIOGRAFIA

AOAC – American of Analytical Chemistry. 1997. Official Methods of Analysis. V. I y II, 16th ed. AOAC, Washington. p. 9 – 46.

CARBALLO, C. 2000. Manual de procedimientos para germinar granos para la alimentación animal. Culiacán, México. [En línea]: (<http://www.zoetecnocampo.com/Documentos>. 28 ene. 2012).

CHAUCA, L. 1997. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). FAO, Roma. 78 p.

FAO. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. 2001. Forraje Verde Hidropónico. Manual Técnico. Santiago, Chile. 70p.

FURLANI, P 2003. Nutrición mineral de plantas en sistemas hidropónicos. Instituto Agronômico de Campinas, (Brasil). Boletín Técnico.

MÜLLER, L; MANFRON, P; SANTOS, O; PETTER, S; DOURADO, D; MORSELLI, T; LOPES, G; y HEDLUND, A. 2006. Efeito de soluções nutritivas na produção e qualidade nutricional da forragem hidropônica de trigo (*Triticum aestivum* L.). Zootecnia Trop. Brasil. 24 (2): 137-152 p.

NRC. National Research Council. 1995. Nutrient Requirements of Laboratory Animals. 4th ed. National Academy Press. Washington. p. 103 – 124.

- REMIGIO, M; VERGARA, V; y CHAUCA, L 2006. Evaluación de tres niveles de lisina y aminoácidos azufrados en dietas de crecimiento para cuyes (*Cavia porcellus*) mejorados. In: Reunión anual de la Asociación Peruana de Producción animal (2006, Huancayo, Perú). 2006. Resúmenes [en Línea]: INIA, (<http://www.inia.gob.pe/documentos/trabajos2006-.pdf>. 29 ene. 2012).
- SALAS, L; PRECIADO, P; ESPARZA, J; ÁLVAREZ, V; PALOMO, A; RODRÍGUEZ, N; y MÁRQUEZ, C. 2010. Rendimiento y calidad de forraje hidropónico producido bajo fertilización orgánica. *Terra Latinoam. México*, 28: 355-360.
- STELL, R. y TORRIE, J. 1995. Bioestadística. Principios y procedimientos. Trad. Ricardo Martínez B. 2da. Ed. Mc Graw Hill, Bogota, Colombia. 622 p.
- TARRILLO, H. 2008. Manual de producción de Forraje Verde Hidropónico 2da. ed. Lima, Perú. 41p.
- TORRES, A; CHAUCA, L; y VERGARA, V. 2006. Evaluación de dos niveles de energía y proteína en dietas de crecimiento y engorde en cuyes machos. In: Reunión anual de la Asociación Peruana de Producción animal (2006, Huancayo, Perú). 2006. Resúmenes [en Línea]: INIA, (<http://www.inia.gob.pe/documentos/trabajos2006-.pdf>. 29 ene. 2012).
- VARGAS, C. 2008. Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero. *Agronomía Mesoamericana*. Mártago, Costa Rica. 19 (2): 233-240.

VERGARA, V. 2008. Avances en nutrición y alimentación de cuyes. In: XXXI Reunión anual de la Asociación Peruana de Producción animal 31, Simposio Avances sobre producción de cuyes en el Perú (2008, Lima, Perú). 2008. Resúmenes. APPA, CD rom.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Promedio de consumo de materia seca (MS) por día de forraje más alimento concentrado, considerando el consumo del 10 % de peso vivo de los cuyes evaluado cada 15 días.

Tratamientos	ACT		ANG		ASN		AN8	
Tiempo	Forraje (g)	Ac ² (g)	Forraje (g)	Ac ² (g)	Forraje (g)	Ac ² (g)	Forraje (g)	Ac ² (g)
1° Qna	30,57	19,0	22,26	19,0	19,42	19,0	21,63	19,0
2° Qna	39,52	26,6	27,46	26,6	24,89	26,6	26,43	26,6
3° Qna	42,62	34,2	29,03	34,2	26,65	34,2	27,88	34,2
4° Qna	41,85	42,8	29,70	42,8	28,79	42,8	29,18	42,8

1 Tratamientos: ACT: alimentación convencional total, ANG: alimentación con nutrientes desde la germinación, ASN: alimentación sin nutrientes, AN8: alimentación con nutrientes a partir de los 8 días.

2 Ac: alimento concentrado.

Qna: quincena

Anexo 2. Promedio de pesos de los cuyes evaluados cada 15 días.

Tratamientos	Bloques	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)
ACT	I	480,00	908,75
ACT	II	355,00	778,75
ACT	II	473,75	1000,42
ACT	IV	396,25	952,92
Promedio		426,25	910,21
ANG	I	475,00	879,70
ANG	II	355,00	812,50
ANG	II	512,50	842,50
ANG	IV	380,00	861,67
Promedio		430,62	849,09
ASN	I	481,25	829,52
ASN	II	346,25	688,75
ASN	II	488,75	817,92
ASN	IV	395,00	786,11
Promedio		427,81	780,57
AN8	I	483,75	830,97
AN8	II	356,25	799,58
AN8	II	477,50	844,17
AN8	IV	380,00	980,00
Promedio		424,38	863,68

1 Tratamientos: ACT: alimentación convencional total, ANG: alimentación con nutrientes desde la germinación, ASN: alimentación sin nutrientes, AN8: alimentación con nutrientes a partir de los 8 días.